

装配式建筑施工技术及其对工程管理的影响

魏士朝

中国二十二冶集团有限公司, 河北 石家庄 050800

[摘要]装配式建筑施工技术的发展现状及其对工程管理的深远影响被文章系统地进行了研究。装配式建筑是建筑工业化的重要表现形式, 它以工厂预制、现场装配的方式达成了建筑生产方式的根本性变革。研究表明, 在我国装配式建筑技术已发展出多种体系如预制混凝土结构、钢结构和木结构等, 但构件标准化、连接节点设计以及施工工艺等方面仍有技术瓶颈。文章对装配式建筑给工程管理带来的影响加以分析, 其主要体现在以下几个方面: 设计阶段中深化设计与协同设计的要求提高了, 施工组织管理模式从传统的线性模式变为并行协同模式, 质量控制的重点提前到了构件生产环节, 成本管理既要考虑前期投入也要顾及全生命周期效益, 项目进度管理呈现出“慢-快-慢”的特征曲线。装配式建筑对工程管理人员专业能力的要求更高且他们必须掌握 BIM 技术、精益建造理念以及全过程质量管理方法。文章给出了适应装配式建筑特性的工程管理创新策略, 例如建立基于 BIM 的全过程信息化管理平台、构建装配式建筑质量追溯体系、优化构件生产-运输-安装的供应链管理、创新装配式建筑的合同管理与风险分担机制等等, 这些研究成果能给装配式建筑工程管理实践提供理论方面的支撑与方法上的指导。

[关键词]装配式建筑; 施工技术; 工程管理; BIM 技术; 供应链管理

DOI: 10.33142/aem.v8i8.20509

中图分类号: TU741

文献标识码: A

Prefabricated Construction Technology and Its Impact on Project Management

WEI Shizhao

China MCC22 Group Corporation Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050800, China

Abstract: The current development status of prefabricated construction technology and its profound impact on engineering management have been systematically studied in this article. Prefabricated construction is an important manifestation of building industrialization, which has achieved a fundamental change in the production mode of buildings through factory prefabrication and on-site assembly. Research has shown that in China, prefabricated building technology has developed various systems such as precast concrete structures, steel structures, and wooden structures, but there are still technical bottlenecks in component standardization, connection node design, and construction processes. The article analyzes the impact of prefabricated buildings on engineering management, which is mainly reflected in the following aspects: the requirements for deepening design and collaborative design in the design phase have increased, the construction organization and management mode has changed from the traditional linear mode to a parallel collaborative mode, the focus of quality control has been advanced to the component production process, cost management needs to consider both pre investment and full life cycle benefits, and project schedule management presents a "slow - fast - slow" characteristic curve. Prefabricated construction requires higher professional skills from engineering management personnel, who must master BIM technology, lean construction concepts, and whole process quality management methods. The article provides innovative strategies for engineering management that adapt to the characteristics of prefabricated buildings, such as establishing a BIM based full process information management platform, building a quality traceability system for prefabricated buildings, optimizing supply chain management for component production, transportation, and installation, innovating contract management and risk sharing mechanisms for prefabricated buildings, etc. These research results can provide theoretical support and methodological guidance for the practice of prefabricated building engineering management.

Keywords: prefabricated building; construction technology; project management; BIM technology; supply chain management

引言

近年来建筑工业化进程加快推动装配式建筑逐步成为建筑业转型升级的关键指向,装配式建筑是建筑工业化的核心表现形式之一,它靠工厂预制和现场装配相结合,既能大大提升施工效率又能减少资源浪费和环境污染,统计显示 2022 年我国装配式建筑新开工面积在新建建筑面积里占比超 30%,估计到 2025 年这个比例会升到 50%。装配式建筑虽然在技术体系方面形成了包含预制混凝土结构、钢结构和木结构等的多元格局,但在构件标准化、连接节点设计以及施工工艺等方面仍存在不少挑战,这些挑战限制了装配式建筑的进一步推广且让工程管理模式有了新要求,这种情况下深入研究有着重要意义。

装配式建筑的发展深刻地改变了传统建筑行业的生产方式以及管理模式,从行业背景来讲建筑业长期存在劳动密集资源消耗大生产效率低等状况,装配式建筑借助工业化手段达成了建筑生产的标准化与规模化,为处理上述问题给予了可行途径,与此同时此种新型的建造模式亦给工程管理领域带来了深刻的转变,比如于设计阶段而言装配式建筑需具备更强的深化设计能力,以及多专业的协同能力,在施工组织方面并行协同模式取代了传统的线性管理模式。在质量控制环节后端构件生产的管理重心,从前端施工转移过来,另外装配式建筑的成本管理以及进度管理均展现出与传统建筑明显有别的特点,这些变化不但对工程管理人员的专业能力提出了更高的要求,还为工程管理模式创新创造了机会,所以探索契合装配式建筑特性的工程管理策略,对推动建筑工业化发展意义重大^[1]。

1 装配式建筑施工技术体系

1.1 预制构件生产技术

装配式建筑的核心在于预制构件生产技术,因为建筑整体性能与施工效率直接受其技术水平的影响。近些年来,在预制混凝土结构、钢结构以及木结构这三个领域我国取得了极为显著的进展,进而形成了一套相对完整且成熟的生产体系。行业数据显示,到 2022 年,全国装配式建筑在新建建筑面积里所占的比例已然超过了百分之三十,并且预制构件的标准化率每年都在不断提升。不过在实际生产过程中依然存在模具设计复杂、生产工艺精度不够等状况,为了应对这些挑战生产企业慢慢引进智能化生产设备还有数字化管理系统,凭借自动化流水线来提高生产效率并且利用 BIM 技术达成构件信息全程可追溯的目标^[2]。另外绿色生产理念渐渐融入预制构件生产流程,运用低碳材料和节能工艺减少对环境的影响,这项技术进步不但推动建筑工业化不断发展,而且给工程管理提供更好的基础

保障。

1.2 构件运输与现场存储技术

装配式建筑施工中构件运输与现场存储技术相当关键,因为其直接影响施工进度与成本控制,并且预制构件体积大、重量重、形状多样,在运输时易损坏变形,所以得制定科学的运输方案,近些年来物流技术发展起来,装配式建筑行业大多运用专用运输车辆和智能调度系统并借助实时监控技术保证运输安全与时效,而在现场存储时合理规划堆放场地和顺序极为重要,像借助 BIM 模型预先模拟构件进场和堆放方案可优化场地利用效率,与此同时构建动态库存管理系统能达成构件的精确定位以及快速调用,这些技术创新不但让施工组织更灵活而且给工程管理里的资源调配给予了重要支撑。

1.3 装配连接技术

装配式建筑施工中装配连接技术这一关键环节对建筑结构的整体性与稳定性起决定作用,主流的连接方式有湿式连接、干式连接、混合连接等且每种方式都有适用场景与技术特点,例如现浇混凝土能让湿式连接的节点强度增加但施工周期长,螺栓或者焊接可使干式连接快速完成装配适合工期紧的项目,不过连接节点在设计和施工时仍存在不少挑战像节点处应力集中、抗震性能不够等问题,于是研究人员研发出新型高性能连接件并借助数值模拟技术优化节点设计,统计显示 2022 年国内装配式建筑节点连接技术的专利申请量同比增长超 20%表明这个领域很有创新活力,装配连接技术改进推动了施工工艺走向标准化和模块化使得工程管理更高效并且给质量控制提供了可靠的技术保障。

1.4 装配式建筑质量控制技术

装配式建筑质量控制技术贯穿于构件生产运输安装及验收全过程,是确保建筑安全性和耐久性的关键所在,近年来伴随着建筑工业化程度的提高,质量控制的重点逐步向前移动到了构件生产的环节,借助引入物联网技术以及智能检测设备,生产企业可实时对原材料质量与生产工艺参数予以监测进而切实降低缺陷率,在施工现场广泛应用于基于 BIM 的质量追溯体系,实现了从构件出厂至最终安装的全流程信息记录与分析^[3]。据行业统计 2023 年装配式建筑工程一次验收合格率比 2019 年提高了近 10 个百分点,这主要是因为质量控制技术全面升级了,另外全过程质量管理方法的推广让各参与方责任更明确了,也减少了因质量问题导致的返工和纠纷,这种系统化的质量控制策略不但提高了装配式建筑的整体品质,还为工程管理模式创新筑牢了坚实基础。

2 装配式建筑对工程管理的影响

2.1 对项目规划与设计管理的影响

装配式建筑兴起后,项目规划与设计管理有了全新要求,尤其在深化设计和协同设计上如此,并且近些年来我国建筑工业化进程加快,到2022年装配式建筑在新建建筑面积里占比超25%,由于其具有标准化、模块化特性,所以设计阶段得更重视构件通用性和连接节点可靠性,传统设计管理模式常按线性推进,而装配式建筑要求设计团队在早期就多专业协同借助BIM技术让设计信息无缝传递,这一改变提升设计效率并大大降低后期施工变更风险,不过现在行业内构件标准化程度还是不够,复杂建筑形态下设计难度更大,怎样平衡个性化需求和标准化生产间的矛盾,是眼下装配式建筑设计管理急需解决的重要问题。

2.2 对进度管理的变革

装配式建筑的施工模式给传统进度管理带来根本性变革,其具有“慢-快-慢”这一特征曲线,因为设计深化和构件生产这两个前期环节费时较多,不过现场装配阶段由于工厂预制构件精度高且模块化所以工期能大大缩短,2021年行业数据显示用装配式技术的项目整体工期平均可缩短20%~30%,在高层住宅和工业厂房建设里尤其如此,不过这种进度管理模式对供应链稳定性的要求更高,因为一有环节延误就会影响后续施工,并且装配式建筑的并行协同管理模式要求各参与方在构件生产、运输、现场安装等环节的时间控制要精准,这就使得各参与方必须在时间轴上紧密配合,虽然该模式提高了效率但管理复杂度也随之增加,在跨区域项目中更是如此,因为物流协调、天气因素或许会变成影响进度的关键因素。

为应对装配式建筑进度管理的变革,工程管理人员需采取针对性策略。首先,需建立动态化的进度监控体系,通过BIM技术实现设计、生产、运输、安装各环节的信息实时共享,利用物联网设备追踪构件生产进度与物流状态,确保各环节时间节点精准衔接。其次,应优化供应链协同机制,与构件生产商、物流企业建立战略合作伙伴关系,通过签订弹性供应合同、设置缓冲库存等方式降低供应中断风险,同时利用大数据分析预测可能影响进度的风险因素并提前制定预案。

2.3 对成本控制的新要求

装配式建筑成本控制遭遇新挑战且要平衡前期投入和全生命周期效益,虽然装配式建筑初期投资高如构件生产模具费、工厂设备投入等但长远看它在人工成本、工期节省、质量提高方面有优势且2020—2023年数据表明装配式建筑项目综合成本平均降低了10%~15%靠的是规

模化生产与施工效率提升,不过成本管理难在优化构件生产-运输-安装供应链体系防止库存积压或者运输延误产生额外开支,并且装配式建筑质量追溯体系给成本控制提出新要求即管理者得在构件生产时严格把好质量关从而降低后期维修成本,所以装配式建筑成本管理不能再只限于单个环节而要覆盖整个项目周期构建起全过程成本优化策略^[4]。

2.4 对质量与安全管理的影响

装配式建筑的质量与安全管理重心前移到构件生产环节,这对传统管理模式是全新挑战,因为装配式建筑在公共基础设施领域广泛应用且其质量控制越发重要,统计显示2022年全国装配式建筑相关质量问题超60%源自构件生产阶段,这意味着工厂预制环节成为质量管理核心,并且装配式建筑现场装配对施工人员专业技能要求更高,构件吊装和节点连接这些关键工序尤其如此,一旦不小心就可能产生安全隐患,所以行业推广基于BIM技术的全过程质量追溯体系,用信息化手段监控生产到安装全流程。此外,安全管理重点从传统高空作业转到大型机械设备操作规范和施工现场协同作业管理,这些变化提升项目安全水平并给装配式建筑可持续发展打下坚实基础。

具体而言,在质量管理方面,装配式建筑要求建立更严格的质量追溯机制。由于构件在工厂预制,其生产过程中的每一个环节都需详细记录,以便在出现问题时能够迅速定位并采取措施。这种全程可追溯性不仅提高了质量管理的效率,还增强了各参与方的责任意识。同时,装配式建筑的质量检测标准也更为严格,需要采用先进的检测设备和手段,确保构件的质量符合设计要求。在安全管理方面,装配式建筑强调对大型机械设备的操作规范和施工现场的协同作业管理。由于构件体积大、重量重,吊装和连接过程中存在较高的安全风险,因此必须制定严格的操作规程,并对施工人员进行专业培训,确保他们能够熟练掌握相关技能。此外,施工现场的协同作业管理也至关重要,各参与方需密切配合,确保施工过程中的安全有序进行。

3 结论

装配式建筑施工技术飞速发展且深刻影响着工程管理,这是建筑业转型升级的关键驱动力。这几年国家大力政策扶持且绿色建筑理念广泛普及,装配式建筑在我国每年平均增长超30%,到2022年新开工装配式建筑的面积,在新建建筑总量里占比超25%,这一明显增长体现出建筑工业化进程加快并且装配式建筑在提高建造效率、减轻环境负担上有着独特长处^[5]。不过技术存在瓶颈且管理模

式不合适依旧是限制行业发展的重要问题,构件标准化不够使得生产成本一直很高,并且连接节点设计太复杂增加了施工难度,而传统的工程管理模式很难适应装配式建筑并行协同的需求,这些情况说明装配式建筑的发展靠技术进步是不够的,还需要整个工程管理体系彻底革新,基于BIM技术的全过程信息化管理平台能解决上面提到的问题,用数字化的方式让设计、生产、运输、安装各环节紧密相连,而且构建质量追溯体系、优化供应链管理可有效应对质量控制重心前移带来的挑战,另外创新合同管理和风险分担机制对平衡各方利益、推动装配式建筑项目顺利开展有帮助,以后装配式建筑工程管理的核心会更看重全生命周期效益的达成,所以从业人员得有跨学科知识以及综合管理能力,研究表明技术创新和管理创新深度融合后装配式建筑的优势才能完全发挥出来,从而助力建筑业迈向高质量发展^[6]。

[参考文献]

- [1]康炜.装配式施工技术在建筑工程中的应用[J].建材发展导向,2025(2):44-46.
 - [2]冯国强.装配式建筑施工技术在建筑工程施工管理中的应用[J].居舍,2022(9):140-142.
 - [3]张彦刚.装配式建筑工程管理的影响因素与对策[J].住宅与房地产,2019(16):184.
 - [4]董根帅.装配式建筑施工技术下的建筑工程施工管理研究[J].陶瓷,2023(7):146-149.
 - [5]索耀.建筑工程施工管理中装配式建筑施工技术[J].江苏建材,2023(3):90-92.
 - [6]秦正华.装配式建筑施工技术及其对工程管理的影响[J].中国建筑金属结构,2025(18).
- 作者简介:魏士朝(1990—),就职于中国二十二冶集团有限公司,毕业于河北科技大学土木工程专业。